

血液净化科室纯水设计浅析

张长红 经久松 李磊 李志元

中国中元国际工程有限公司, 北京 100089

[摘要] 根据血液净化的原理及相关透析用水标准, 归纳整理了血液净化中心(血液透析中心)中纯水在血透治疗中的用途, 透析用水水质标准、用水量及纯水管道布置的计算方法及注意事项。

[关键词] 血液净化; 透析用水水质; 纯水; 用水量; 处理能力; 纯水管道

DOI: 10.33142/ec.v3i3.1578

中图分类号: R187

文献标识码: A

Analysis of Pure Water Design in Blood Purification Department

ZHANG Changhong, JING Jiusong, LI Lei, LI Zhiyuan

China IPPR International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100089, China

Abstract: According to principle of blood purification and relevant standards of dialysis water, this paper summarizes the use of pure water in hemodialysis treatment in the blood purification center (hemodialysis center), the water quality standards of dialysis water, the calculation methods and precautions of water consumption and the arrangement of pure water pipes.

Keywords: blood purification; dialysis water quality; pure water; water consumption; treatment capacity; pure water pipeline

1 血液净化的意义

血液净化在日常生活中也称透析。它的涵义是:把患者的血液引出身体外并通过一种净化装置,除去其中某些致病物质(毒素),净化血液,达到治疗疾病的目的。血液净化应包括:血液透析、血液滤过、血液灌流、血浆置换、免疫吸附等。腹膜透析虽然没有将血液引出体外,但其原理都是一样的。

2 血液净化的原理及作用

血液净化利用了弥散、对流、吸附等原理,其中弥散与对流分别对应了血液净化治疗中的血液透析与血液滤过治疗原理,这两种治疗方式都有透析用水参与治疗,我们主要对这两种与给水设计相关的治疗方式进行分析。透析与滤过治疗中血流量与透析用水量及清除物质种类见图1。

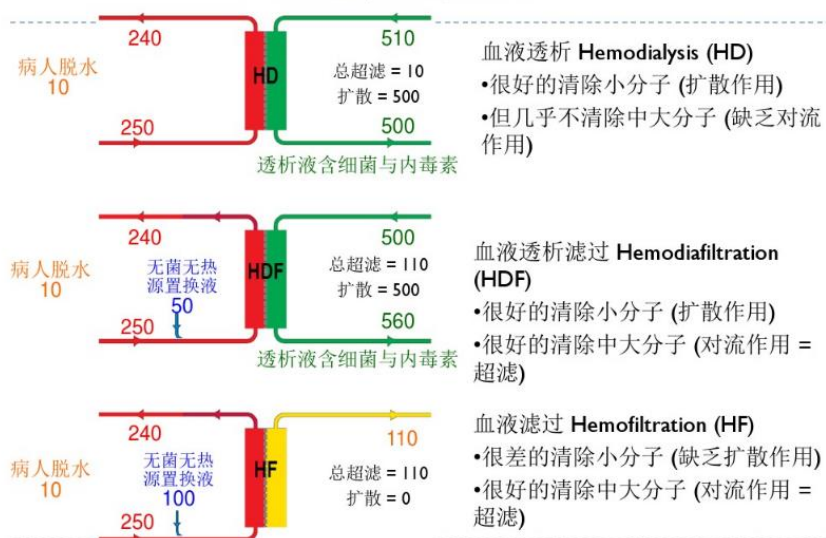


图1 透析及滤过功能图示。

注: 其中左侧数据中红色数字为血液流量 (ml/min), 右侧绿色数字为透析液流量 (ml/min)。

透析及透析滤过水路及交换原理详见图 2、图 3 图示。

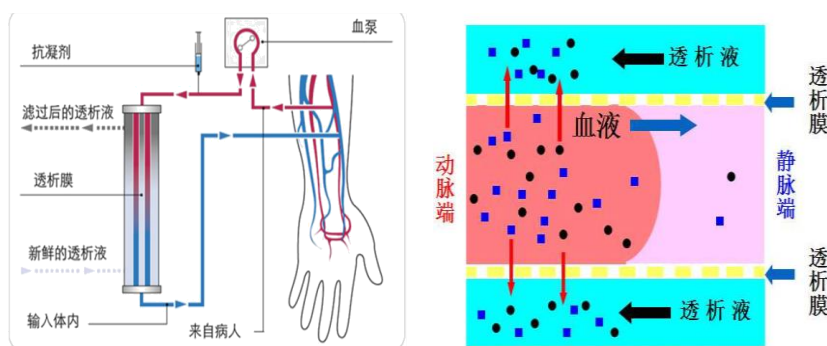


图 2 血液透析 (HD) 中血液与透析液水路及交换原理

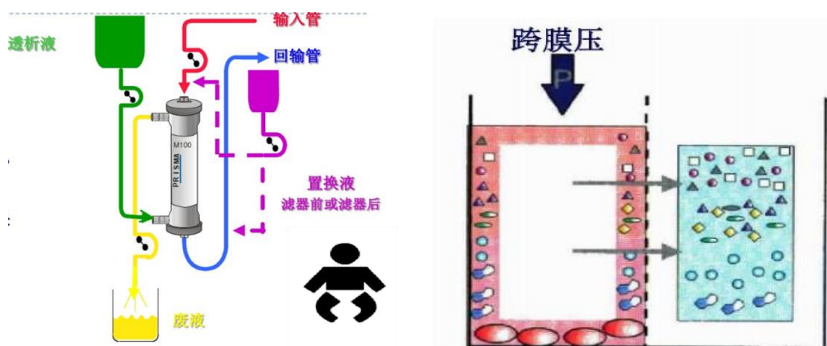


图 3 血液透析滤过 (HDF) 中血液与透析液、置换液水路及滤过交换原理

注：此过程既包含血液透析（见图 2），又包含血液滤过。

3 透析用水水质分析

透析用水包括透析液制备用水、透析浓缩液（AB 液）的制备用水、置换液制备用水、透析机的再处理用水。通过上面的介绍，透析液通过半透膜与血液进行物质交换，而置换液直接与血液接触，透析用水如不达标会引发近期和长期的各种并发症。国家标准《血液透析及相关治疗用水》YY0572-2015 给出了血液透析用水的相关要求。下文摘录其中水质要求部分内容：

3.1 微生物要求

透析用水的细菌总数应不超过 100CFU/mL，干预水平应建立在系统微生物动力学知识之上。通常，干预水平是最大允许水平的 50%。

透析用水中的内毒素含量应不超过 0.25EU/mL，必须建立干预水平，通常，是最大允许水平的 50%。

3.2 化学污染物

透析用水中化学污染物的浓度应不超出表 1 和表 2 的规定。

（当透析用水用于血液透析器的再处理时（清洗、测试和混合消毒剂），应警示用户，透析用水应符合本标准的要求，透析用水应在进入透析器再处理设备的入口处进行检测。）

表 1 透析用水中有毒化学物和透析溶液电解质的最大允许量

污染物	最高允许浓度 mg/L
血液中已证明毒性的污染物	
铝	0.01
总氯	0.1
铜	0.1

(续表)

污染物	最高允许浓度 mg/L
血液中已证明毒性的污染物	
氟化物	0.2
铅	0.005
硝酸盐(氮)	2
硫酸盐	100
锌	0.1
透析溶液中的电解质	
钙	2 (0.05mmol/L)
镁	4 (0.15mmol/L)
钾	8 (0.2mmol/L)
钠	70 (3.0mmol/L)

表2 透析用水中微量元素的最高允许量

污染物	最高允许浓度 mg/L
锑	0.006
砷	0.005
钡	0.1
铍	0.0004
镉	0.001
铬	0.014
汞	0.0002
硒	0.09
银	0.005
铊	0.002

4 透析用水水量分析

透析用水可以分为两个方面。一是透析液(包含A/B液,置换液浓缩液和制备透析液用水),二是透析机的再处理用水。

透析液用水分析:透析中血液循环流速一般最大可以达到患者体重的0.004倍,如70kg患者,流量可达到280ml/min。一般透析液流量为血液流速的2倍。在临床中,一般血液流速200ml-300ml/min,透析液流量400ml-600ml/min,在血液透析用水量计算中可以取500ml/min作为透析纯水用量的数据。透析科室每床透析时间可按照4h/床.次,每天按照2次进行设计,危重患者可达到8~24h/d,初次透析患者进行诱导透析时,一般2h/次。综合考虑的话,可以按照4h/床.次进行水量计算,每床每日可以进行2次。

表3 每床透析液用量表

每人每次时长(h)	透析液流量(ml/min)	次数	每日透析液用水量(L)
4	500	2	240

透析机再处理用水分析：流量基本为透析液流量的 2 倍，可以取 1000ml/min，一天冲洗 2 次，每次时长 10min。

表 4 每床透析机清洗用水量

每次时长 (min)	清洗液流量 (ml/min)	次数	每日清洗用水量 (L)
10	1000	2	20

通过表 3 与表 4 数据可以得出，每床每日纯水用水量为 260L/d，按照纯水制取成水率 1/3 计算，需要每床自来水用水量 780L/d。有些医院透析机复用，需要冲洗消毒的用水量会更大。通过对北京人民医院透析科室的了解，现在透析机复用情况很少，在进行最高日用水量计算是可不考虑透析机复用水。

血液透析用纯水管道的避免细菌滋生，一般采用循环管道直供的方式，也就是直接供水模式，这种供水方式比间接供水（设置纯水箱）对纯水处理设备产能要求更高。水处理设备处理能力可以按照透析液用水量选择，也就是每床 0.5L/min。

5 纯水处理及纯水管道

血液透析水处理设备要求及水质监测可参照《血液透析机相关治疗用水处理设备技术要求 第一部分：用于多床透析》YY0793-2010 相关内容。

纯水管道布置要求可以参照《电子工业纯水系统设计规范》GB50685-2011，“循环附加水量宜为使用水量的 20%~50%，纯水供水管路流速不宜小于 1.5m/s，回水管道流速不宜小于 0.5m/s。管路应避免死水滞留，死水滞留不可避免时，滞留段长度不宜大于管道公称直径的 3 倍。”

纯水管道与透析机连接支管可采用文丘里水分配器进行循环，减少管道滞水区长度，透析机纯水管道连接方式可参照图 4。

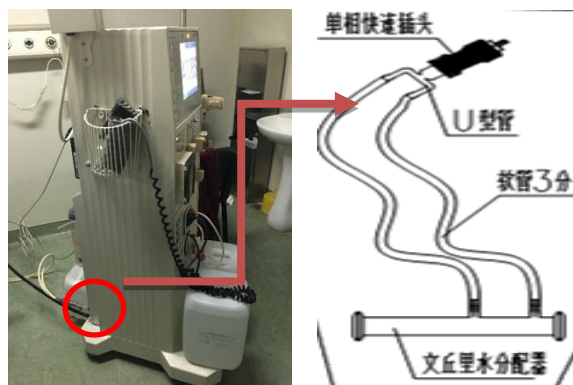


图 4 血液透析机纯水管道连接图示

结语

血液净化（透析）中心纯水用水量大、水质要求高。了解纯水在血液净化流程中具体功能及用水量、用水水质，可以在血液净化中心给排水设计中更好的进行水量计算、选择合理的纯水处理流程及管道系统。

【参考文献】

- [1]佚名. 血液透析及相关治疗用水-YY0572-2015[M]. 北京: 国家食品药品监督管理总局, 2017.
- [2]佚名. 电子工业纯水系统设计规范-GB50685-2011[M]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [3]张灿, 刘文君, 张明露, 孙雯, 田芳, 常方方, 果修杰, 钱令嘉. 血液透析用水的水质净化及相关标准探讨[J]. 环境与健康杂志, 2013(1): 81-84.
- [4]谭志文, 叶昌盛, 岳小荣. 费森尤斯血液透析滤过机 Online Plus 系统的原理及故障分析[J]. 中国医疗设备, 2014(29): 08.
- [5]毛伟君, 王丽华, 林锋. 血液透析的原理[J]. 中华中西医杂志, 2005(11): 66.

作者简介：张长红（1985.11-），山东省德州市，建筑给水排水设计，工程师，本科，研究方向：给水排水专业